



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

ULB

Elektrostatische Aufladungen in Druckmaschinen

Scheuter, Karl R.; Eschenbach, Wolfram; Fritsch, Klaus

(1966)

DOI (TUprints): <https://doi.org/10.25534/tuprints-00017396>

License:



CC-BY 4.0 International - Creative Commons, Attribution

Publication type: Conference or Workshop Item

Division: 16 Department of Mechanical Engineering

Original source: <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/17396>

Elektrostatische Aufladungen in Druckmaschinen

Referat zum Tiefdruck-Kongreß 1966 in Berlin

o. Prof. Dipl.-Ing. Karl R. Scheuter · o. Prof. Dr. Wolfram Eschenbach · Dipl.-Ing. Klaus Fritsch

Zusammenfassung

Durch systematische Messungen in Druckmaschinen, speziell in Rollenrotations-Tiefdruckmaschinen, wurde versucht, Quellen und Ursachen der elektrostatischen Aufladung der Papierbahn exakt zu erfassen. Anhand typischer Meßergebnisse werden die Einflüsse der verschiedenen Parameter, die die Entstehung der elektrostatischen Aufladung beeinflussen, erläutert. Druckgeschwindigkeit, Anpreßdruck und Raum- und Maschinentemperatur sowie die verschiedenen Materialien, die die Papierbahn berühren, sind maßgeblich. Bei allen Messungen zeigt sich der große Einfluß der Druckfarbe (Farbmenge und Farbverteilung) auf die Entstehung der elektrostatischen Aufladung. Der Farbübertragungsprozeß wird entscheidend durch die elektrostatische Aufladung beeinflusst. Wie Versuche ergaben, kann durch eine geeignete Ladungsverteilung die Farbübertragung verbessert werden.

Summary

By systematic measurements it has been tried to prove and determinate the causes and issues of the electrostatic charges on the surface of the paper in printing machines, especially in web-fed rotogravure presses. The origin and the behaviour of the electrostatic charges as a function of various parameters are explained by means of some typical measurement results. Printing velocity, printing pressure, room and machine temperature as well as the different materials, which get in contact with the paper web, are important. All measurements show the high influence of the quantity and distribution of the printing ink on the formation of the electrostatic charge. The ink transfer was found to be greatly influenced by the electrostatic charge. Experiments have shown, that the ink transfer can be improved by a suitable charge distribution.

Résumé

A l'aide de mesures systématiques effectuées sur des machines à imprimer, spécialement sur des rotatives d'impression en creux, il a été essayé de mettre exactement au point les sources et les causes de la charge électrostatique sur la bande de papier. Sur la base de résultats de mesures typiques, les influences des différents paramètres sur la charge électrostatique sont expliquées. La vitesse d'impression, la charge du presseur, la température ambiante et la température de machine ainsi que les différents matériaux qui entrent en contact avec la bande de papier sont d'une importance décisive. La grande influence de la quantité et de la distribution de l'encre d'impression sur la naissance de la charge apparaît dans toutes les mesures effectuées. La transmission de l'encre elle-même est considérablement influencée par la charge électrostatique. Comme des expériences le prouvent, la transmission de l'encre peut être améliorée par une répartition appropriée de la charge.

Elektrostatische Aufladungen in Druckmaschinen sind heute sowohl durch die ständig steigenden Laufgeschwindigkeiten als auch durch die Verwendung neuer Werkstoffe für die gesamte Druckindustrie zu einem lästigen und zeitraubenden Problem geworden.

Sinn und Zweck dieser Ausführungen soll sein, nach einer kurzen Einführung in den Mechanismus der elektrostatischen Aufladung, deren Problematik in Druckmaschinen, speziell in Rotations-Tiefdruckmaschinen und mögliche Wege ihrer Beseitigung aufzuzeigen.

Bei elektrostatischer Aufladung hat man es im Gegensatz zur fließenden Elektrizität mit ruhender sogenannter „statischer“ Elektrizität zu tun. Wie die fließende Elektrizität ist sie an ihren Auswirkungen, die sehr vielseitig und bisweilen äußerst komplexer Natur sein können, zu erkennen. Das Auftreten statischer Elektrizität in Druckmaschinen führt des öfteren zu unliebsamen Störungen in der Produktion, wie z.B.:

- 1) Registerstörungen durch An- oder Abstoßen von zwei parallel laufenden Bahnen.
- 2) Ausbeulen der Bahnen am Trichter.
- 3) Beeinträchtigung der Farbübertragung.
- 4) Anziehen von Staubpartikeln.
- 5) Laufschwierigkeiten im Falzwerk durch Hängen oder Schwimmen geschnittener Bogen.
- 6) In seltenen Fällen Explosionen oder Brände.
- 7) Stopper durch Aneinanderkleben einzelner Bogen.
- 8) Fehlerhaftes Seitenregister durch Aufladungen auf dem Anlegestisch.

Zunächst sind zwei grundlegende Wege zur Verhinderung von Produktionsstörungen durch elektrostatische Aufladungen zu unterscheiden:

- 1) Die Beseitigung der Entstehungsquellen der elektrostatischen Aufladungen und
- 2) die rechtzeitige Beseitigung der entstandenen Ladungen.

Eine 100 %ige Beseitigung ist weder im Fall 1 noch im Fall 2 möglich; sie ist auch gar nicht erforderlich bzw. sogar nicht einmal wünschenswert. Im Fall 1 ist eine geeignete Werkstoffwahl sowohl für die Maschine als auch unter den zu verarbeitenden Werkstoffen vorzunehmen, d.h. die Stoffe müssen hinsichtlich ihres elektrostatischen Verhaltens harmonisieren. Dies erfordert die Kenntnis der für das elektrostatische Verhalten eines Werkstoffes charakteristischen Kenngrößen. Als die Wesentlichsten sind zu nennen die dielektrischen Größen, der Oberflächen- und Durchgangswiderstand, die Hygroskopizität, die Oberflächenbeschaffenheit und die Temperatur. Im Fall 2 erfolgt die Beseitigung der entstandenen elektrostatischen Aufladung durch Ableitung. Dies kann geschehen durch:

- 1) Entelektroisatoren
 - a) passive: Lametta, feuchte Lappen etc.
 - b) aktive: Ionisierung auf der Basis der Induktion, der Hochfrequenz, der Hochspannung und der Radioaktivität.
- 2) Erhöhung der Leitfähigkeit des Papiers durch chemische Maßnahmen.
Der Versuch, durch bestimmte Zusätze zur Papiermasse die Aufladungsneigung zu verringern, ist bereits älter und wird weiterverfolgt.
- 3) Nachträgliche Oberflächenbehandlung mit antistatischen Mitteln.
Die nachträgliche Oberflächenbehandlung mit Antistatik-Mitteln zielt einmal auf ein Herabsetzen der Reibung zwischen den berührenden Flächen und damit auch auf eine Verringerung des Kontaktpotentials hin, zum anderen wegen ihrer Hygroskopizität auf eine Erhöhung der Leitfähigkeit. Oberflächenaktive Substanzen führen ebenfalls zu einer Verringerung des Kontaktpotentials.

Zunächst sei kurz auf den Mechanismus der

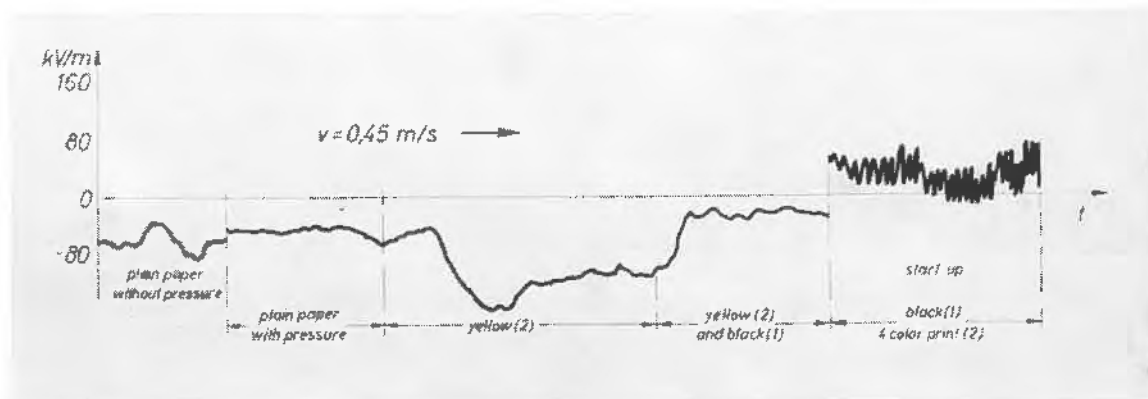


Bild 1 Einfluß von Farbmenge und Farbverteilung auf die elektrostatische Aufladung der Papierbahn.

elektrostatischen Aufladung eingegangen. Während des Laufes des Bedruckstoffes, z. B. Papier, durch die Druckmaschine kommt dieser mit den verschiedensten Materialien, wie Metallen, Kautschuck, Druckfarben, Hochpolymeren und Papier in Berührung. Dabei wird der Bedruckstoff vom leichten Kontakt bis zur Deformation, Erwärmung und Reibung mit Papier oder anderen Materialien äußerst komplexen Beanspruchungen unterworfen. Aufgrund durchgeführter Untersuchungen darf jedoch angenommen werden, daß die beiden Hauptursachen der elektrostatischen Aufladung von Papier die Berührung und die Reibung sind. Die Druckmaschine stellt im Grunde genommen eine Summe von Kondensatoren dar, die in äußerst komplexer Weise gegeneinander geschaltet sind. Deshalb haben wir es auch an jenen Stellen der Papierbahn, die zwischen zwei Papierleitorganen liegen, stets mit einem mehr oder weniger inhomogenen Feld zu tun.

Die exakte Messung der elektrostatischen Aufladung in schnelllaufenden Rotationsmaschinen stellt ziemlich hohe Anforderungen an die zu verwendenden Meßapparaturen. Ein wesentlicher Nachteil vieler kommerziell erhältlicher Geräte liegt darin, daß sie dem zu messenden Feld durch den Meßvorgang Energie entnehmen, d. h. das Feld zerstören. Derartige Geräte sind für exakte Messungen keinesfalls einzusetzen. Die bei den vorliegenden Versuchen verwendeten sogenannten „Feldmühlen“ beruhen auf dem Induktionsprinzip

und beziehen die Meßleistung aus der mechanischen Antriebsenergie eines fremderregten Generators. Die handelsüblichen Geräte dieser Art sind groß und sperrig gebaut. Es ist also nicht möglich mit ihnen an allen interessierenden Stellen einer Druckmaschine zu messen. Ferner gestalten sie lediglich eine Mittelwertmessung. Das Hauptproblem, das sich also zunächst stellte, war der Aufbau eines geeigneten Meßsystems.

Im Folgenden seien jetzt einige typische Meßergebnisse, die hauptsächlich an Rotations-Tiefdruckmaschinen aufgenommen wurden, wiedergegeben.

Der aus Bild 1 ersichtliche Funktionsverlauf wurde zwischen dem 5. Druckwerk und dem Falzwerk beim Anfahren der Maschine aufgenommen. Auffällig ist zunächst das starke Schwanken der elektrostatischen Aufladung auf der unbedruckten Papierbahn vor der Druckanstellung. Beim Anfahren treten nämlich immer Bahnspannungsschwankungen auf, so daß es zu unterschiedlichen Berührungsflächen mit den Papierleitorganen und damit auch zu unterschiedlichen Aufladungen kommt. Mit dem Anstellen des Presseurs am ersten Widerdruckwerk ergibt sich sofort eine merkliche Glättung der Ladungsschwankungen, da infolge der nun konstanteren Bahnspannungen geringere Differenzgeschwindigkeiten zwischen der Papierbahn und den Papierleitorganen auftreten. Mit dem Einsetzen des gelben Widerdruckes steigt auf der Schöndruckseite die bereits

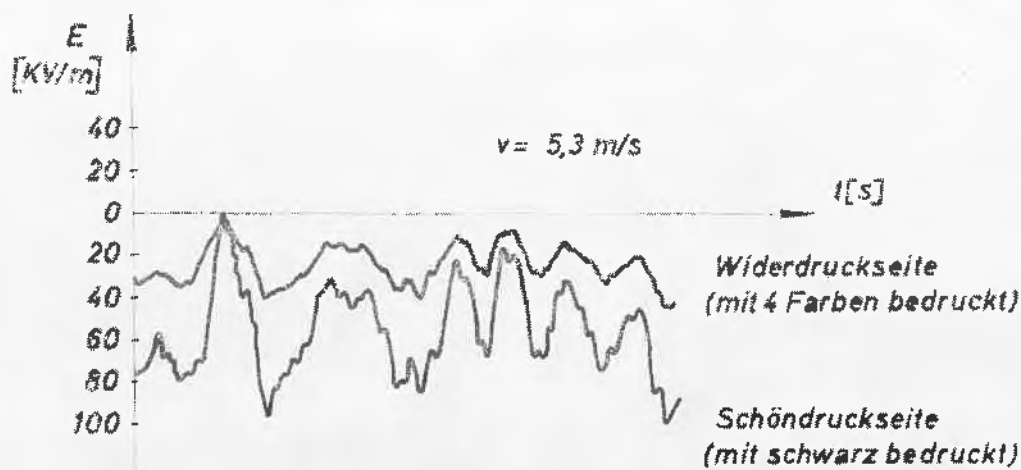


Bild 2 Gegenseitige Beeinflussung der Aufladungen beider Seiten einer bedruckten Papierbahn.

negative Ladung stark an. Das Erscheinen des anschließend angestellten Schöndruckes (schwarz) führt zu einem genau entgegengesetzten – also positiven – Ladungsaufbau.

Während der gesamten Messung lief die Maschine mit Einzugs geschwindigkeit ($v=0,45$ m/sec) und wurde nach dem Anstellen der restlichen Presse dann hochgefahren. Im letzten Abschnitt der Kurve ist das typische Ladungsverhalten, das in Frequenz und Amplitude direkt von der Maschinengeschwindigkeit und der Farbflächenverteilung abhängig ist, wiedergegeben. Diese Meßreihe zeigt bereits sehr deutlich den starken Einfluß der Farbe auf die elektrostatische Aufladung.

Die in Bild 2 wiedergegebenen Feldstärkenverläufe wurden mit zwei Meßköpfen – einer auf der Schön- und einer auf der Widerdruckseite direkt über einer fast volltonigen Fläche montiert – aufgenommen. Es ist eine gleichsinnige Änderung des Mittelwertes der Aufladung auf beiden Seiten der Papierbahn zu erkennen. Es handelt sich hierbei um einen typischen Aufladungsverlauf beider Seiten einer bedruckten Papierbahn. Die elektrischen Ladungen auf Ober- und Unterseite korrespondieren miteinander.

Der Einfluß der Papierleitwalzen auf die elektrostatische Aufladung wurde mittels zweier Meßköpfe erfaßt. Bei Messungen auf der mit dem Metall der Leitwalze in Berührung kommenden

Bahnseite ergab sich zunächst, daß Schwankungen der Aufladung bei unbedruckten Papierbahnen praktisch ganz ausgeglichen wurden, bei bedruckten Papierbahnen dagegen nur teilweise. Das Papier entlädt sich beim Auflaufen auf die Leitwalzen teilweise, um sich beim Ablösen erneut aufzuladen. Dabei sind die Ladungsverläufe vor und nach der Leitwalze unabhängig von einander. Bei hohen Bahngeschwindigkeiten ist die Ladung jedoch nicht mehr in der Lage völlig abzufließen. Die beim Ablösen der Papierbahn von der Leitwalze entstehende Ladung addiert sich zu der bereits vorhandenen Restaufladung des Papiers. Es kommt praktisch nur noch zu einer Glättung. Des weiteren ist die Aufladung des Papiers an den Leitwalzen u. a. auch eine Funktion der Papierspannung. Dies wurde sowohl bei schnelllaufenden Papierbahnen, die durch Unrundheit der Papierrollen starke Spannungsschwankungen aufwiesen, als auch bei Anlaufvorgängen beobachtet.

Die Aufladung steigt, wie aus Bild 3 zu ersehen ist, hinter der Leitwalze steil an, bis zu einer Maschinengeschwindigkeit von $n_{Zyl.} = 3500$ Uph, um dann auf diesem Wert bis zu einer Maschinengeschwindigkeit von $n_{Zyl.} = 18000$ Uph praktisch konstant zu verharren. Dieses Verhalten ist nach der Grüner'schen Theorie des „Flächeneffektes“ zu erklären, die besagt, daß sich die größere Reib-

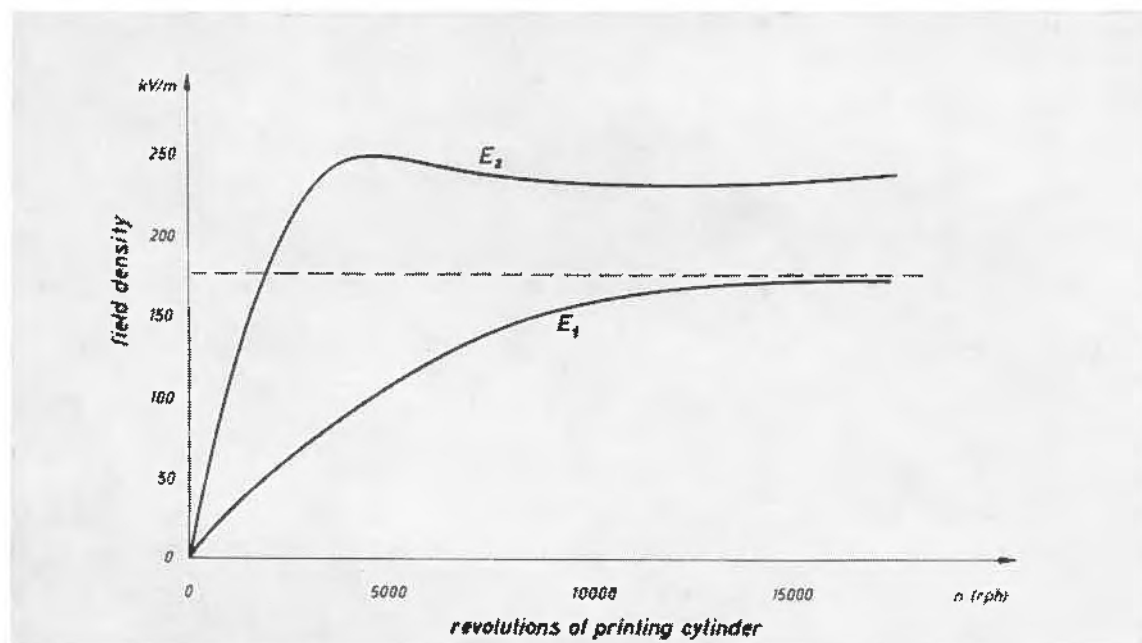


Bild 3 Elektrostatische Aufladung einer unbedruckten Papierbahn durch die Papierleitwalze während des Maschinenhochlaufs.

fläche positiv auflädt.

Zur Polarität der elektrostatischen Aufladung läßt sich grundlegend sagen, daß Papierbahnen entsprechend der Stellung des Papiers in der elektrostatischen Spannungsreihe sich positiv aufladen. Jedoch wurden entgegen dieser Feststellung oft auch negative Aufladungen registriert. Aus Bild 4 ist zu erkennen, daß bei einer plötzlichen Bremsung der Maschine sich nicht unerhebliche negative elektrostatische Aufladungen auf der Papierbahn bilden. Diese Erscheinung ist ebenfalls mittels des Grüner'schen Flächeneffektes zu erklären. Bei der plötzlichen Bremsung der Papierbahn dreht sich die Leitwalze noch reibend weiter. Pro Zeiteinheit kommen also mehr Flächenelemente der Metallwalzenoberfläche mit der Papieroberfläche in Berührung, d.h. das Papier hat die kleinere Reibfläche, muß sich also negativ aufladen. Ferner kann auch die auf der Leitwalze abgelegte Farbe eine Rolle spielen, weil sie die Oberflächeneigenschaften der Metallwalze verfälscht.

Die Ladung auf der einer Papierleitwalze abgewendeten Seite der unbedruckten Bahn wird durch die Leitwalze kaum beeinflusst. Im Gegensatz dazu ist bei bedruckten Bahnen, die höhere Ladungen mit sich führen, eine leichte Glättung zu beobachten. Hierbei sind die Ladungen Ausgangspunkt elektrischer Feldlinien, die durch das Papier hindurchdringen und auf diese Weise die

Ladung beeinflussen.

Auch bei Bogenmaschinen läßt sich diese Erscheinung feststellen (s. Bild 5). Aus der oberen Funktion ist zu erkennen, daß sich das unbedruckte Papier entgegen seiner Stellung in der elektrostatischen Spannungsreihe negativ auflädt. Der Grund ist auch hier, daß mehr Flächenelemente des Aluminiumtisches mit der Papieroberfläche in Berührung kommen. Der untere Kurvenverlauf zeigt den starken Einfluß sowohl der Druckfarbe als auch der Bogenführung. Je nach Art des Abhebens und Anlegens der Bogen tragen diese eine unterschiedliche Ladung.

Die Messungen in der näheren Umgebung der Druckzone zeigen, daß je nach den Tonwerten und Farbmengen auf der Bahn sich unterschiedliche charakteristische Ladungsbilder ergeben. In der Druckzone treten Scher- und Zugbeanspruchungen auf, die zu Bahnspannungsänderungen führen. Hierbei ist die Spannung der Papierbahn unmittelbar in der Druckzone höher als zwischen den Druckwerken. Mit zunehmender Bahngeschwindigkeit wächst die Aufladung hinter der Druckzone, wie Bild 6 zeigt, nach einer e -Funktion, d.h. zunächst stark und dann immer schwächer (Kurve E_2).

Aus Bild 7 ist ersichtlich, daß der Einfluß des Presseurdruckes auf die elektrostatische Aufladung nur unbedeutend ist. Der Grund dürfte in der sich nur geringfügig ändernden Kontaktfläche

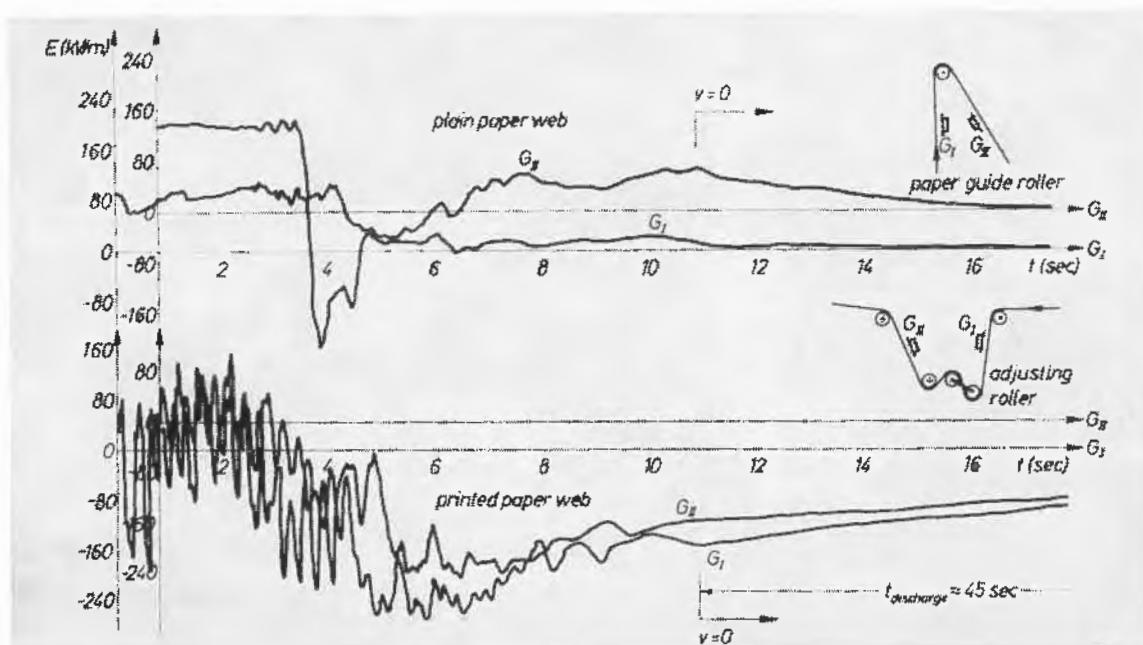


Bild 4 Elektrostatisches Ladungsverhalten einer Papierbahn bei plötzlichem Maschinenstillstand.

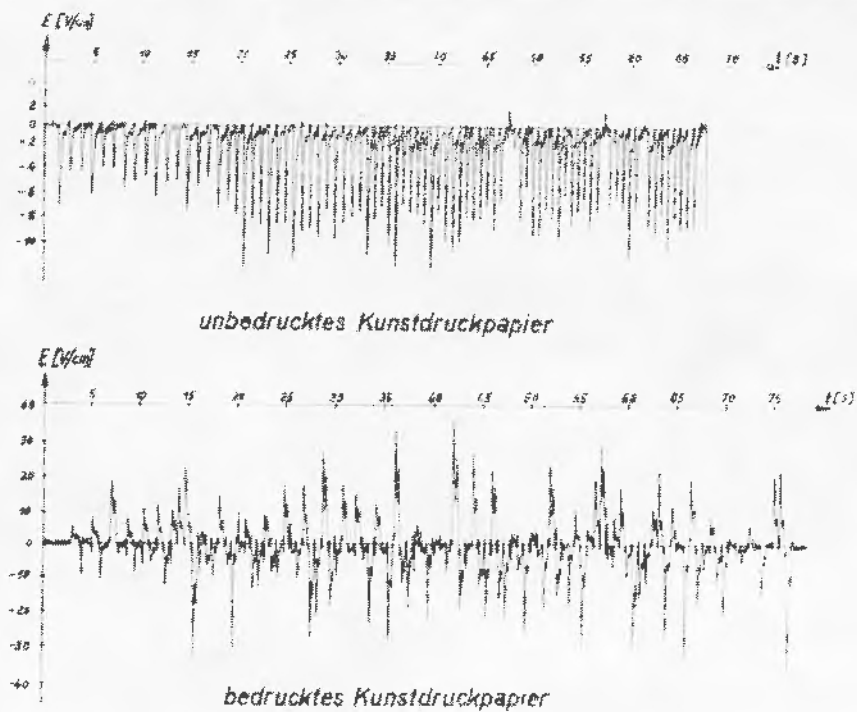


Bild 5 Elektrostatische Aufladung von Kunstdruckpapier auf dem Anlegetisch einer Bogenrotation (Maschinengeschwindigkeit 5500 B/Std.).

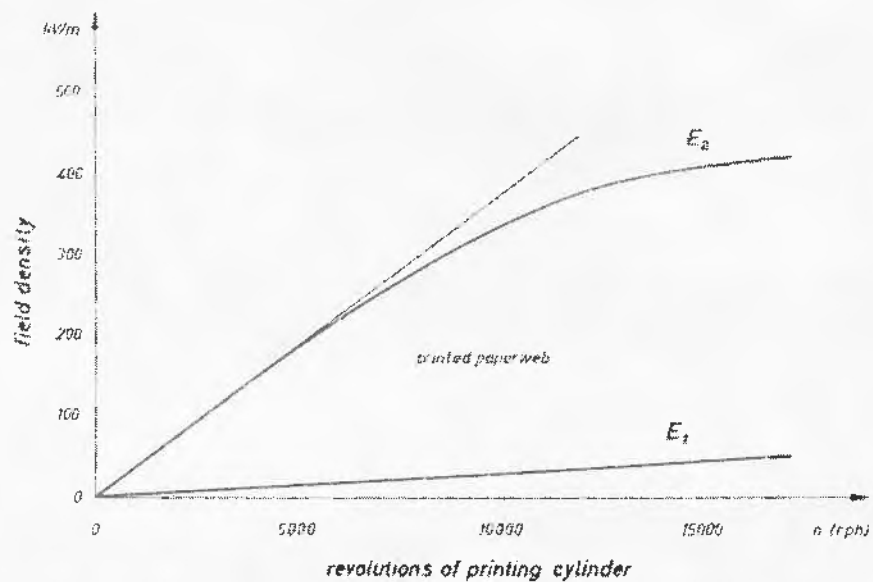


Bild 6 Einfluß des Druckprozesses auf die Entstehung der Ladung einer bereits bedruckten Papierbahn.

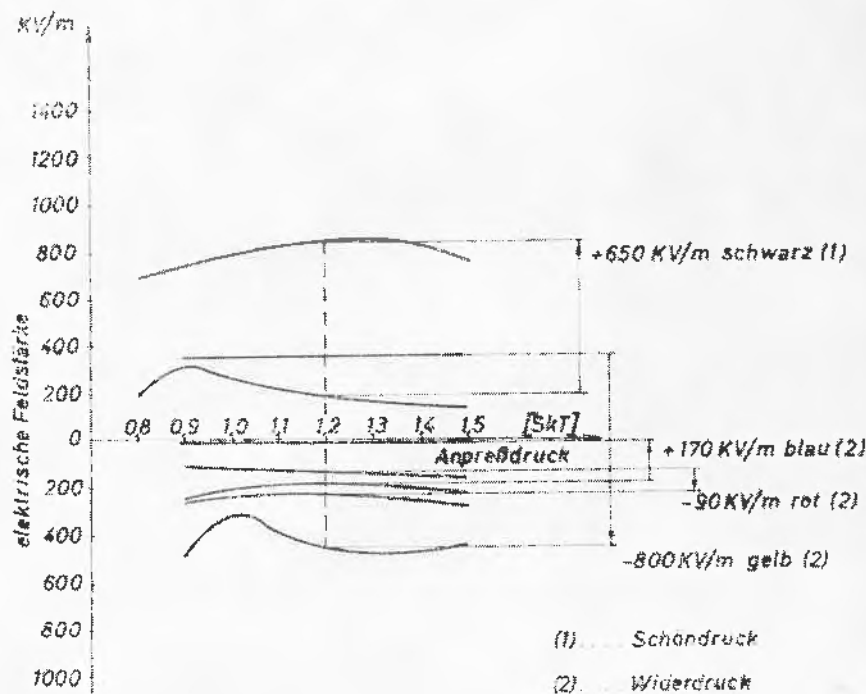


Bild 7 Abhängigkeit der elektrostatischen Aufladung vom Pressdruck.

liegen, die durch die Oberflächenbeschaffenheit und den Werkstoff von Presseur und Formzylinder gegeben ist. Es wurden am Schöndruckwerk (schwarz) und den 4 Widerdruckwerken, jeweils vor und nach dem Druckwerk, auf der Bahn bei ca. 5,4 m/sec. Bahngeschwindigkeit gemessen. Ferner ist aus dem Bild wiederum der starke Einfluß der Druckfarbe ersichtlich. So ergeben z.B. Schöndruck (schwarz) und Widerdruck (gelb) einen vollkommen entgegengesetzten Ladungsaufbau.

Zur näheren Charakterisierung des Einflusses der Druckfarbe wurde die Abklingzeit der Ladung auf der Papierbahn einer mit 18 000 Uph laufenden Maschine bei plötzlichem Stillstand gemessen. Hierbei ergab sich

für unbedrucktes Papier ca. 6 sec,

für bedrucktes Papier ca. 50 sec.

Der Ladungsabfluß erfolgt in jedem Fall nach einer e-Funktion, wobei die Zeitkonstante $T_{bedruckt} > T_{unbedruckt}$ ist. Es zeigt sich also, daß das mit Druckfarbe benetzte Papier die Ladung besser hält. Dieser Einfluß der Farbe wurde verschiedentlich erfaßt und läßt sich mit dem Aufbau der Farbe begründen. Prof. Flegler,

Aachen, hat bei Versuchen über das Leitvermögen von Tiefdruckfarben in Abhängigkeit von der Lösungsmittel-Konzentration der Farbe die aus Bild 8 ersichtlichen Zusammenhänge erhalten.

Es zeigt sich, daß die Leitfähigkeit von Druckfarbe geringer ist als diejenige von Papier. Es ist deshalb verständlich, daß bei einer unbedruckten Papierbahn wegen der etwas besseren Leitfähigkeit die Aufladungsschwankungen geringer sind als bei einer bedruckten Papierbahn, die an den bedruckten Stellen eine veränderte Oberflächenleitfähigkeit aufweist (s. Bild 9).

Bei weiteren Versuchen im Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren wurde festgestellt, daß die elektrostatische Aufladung einen nicht unwesentlichen Einfluß auf die Farbübergabe während des Druckprozesses hat.

Dies konnte auch mittels der im Institut vorhandenen hochfrequenzkinematographischen Einrichtungen erfaßt werden.

Es wurde festgestellt, daß durch gesteuerte Ladung die auf der Papierbahn übertragene Farbmenge beeinflußt wird. Eine geschickte Auswertung dieser Tatsache dürfte neue Möglichkeiten bieten.

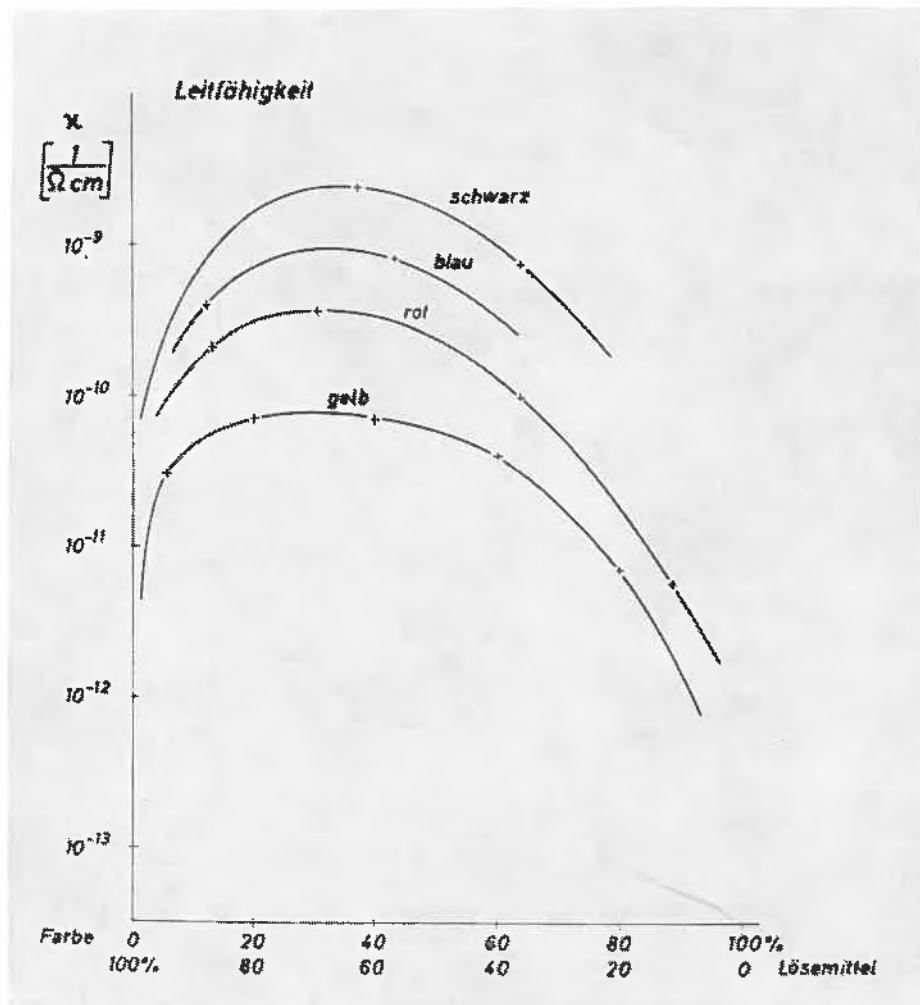


Bild 8 Leitfähigkeit von Tiefdruckfarben in Abhängigkeit von ihrer Konzentration (nach Prof. Flegler).

Dieser Problemkreis wird auch am Gravure Research Institute in den U.S.A. bearbeitet. Er verlangt noch eingehende Forschungsarbeit.

Schlußfolgerungen:

Zusammenfassend ist zu sagen, daß man heute bei stufenweisem Vorgehen die verschiedenen Einflußgrößen der elektrostatischen Aufladung in Druckmaschinen erfassen kann und damit die Möglichkeit hat, ihnen in fühlbarer Weise zu begegnen.

Von der konstruktiven Seite her muß den verwendeten Materialien hinsichtlich ihrer elektrostatischen Aufladung, insbesondere auch im Hinblick

auf den später zum Einsatz gelangenden Bedruckstoff, in Zukunft noch größere Beachtung geschenkt werden. Die nächste Forderung, die von dem Konstrukteur noch beachtet werden muß, ist die weitere Elimination von reibenden Teilen. Dies bezieht sich besonders auf die vom Papier angetriebenen und die nicht zu vermeidenden zwangsgetriebenen Organe.

Der Drucker andererseits muß durch gute Wartung der Maschine den leichten Lauf aller rotierenden Teile gewährleisten und die Synchronisation von Zugorganen mit größter Sorgfalt vornehmen. Alle diese Maßnahmen sind, ebenso wie der Einbau von Entelektrisatoren und die Aufrechterhaltung angemessener klimatischer Raumbedingungen, dazu angetan, die Schwierigkeiten durch

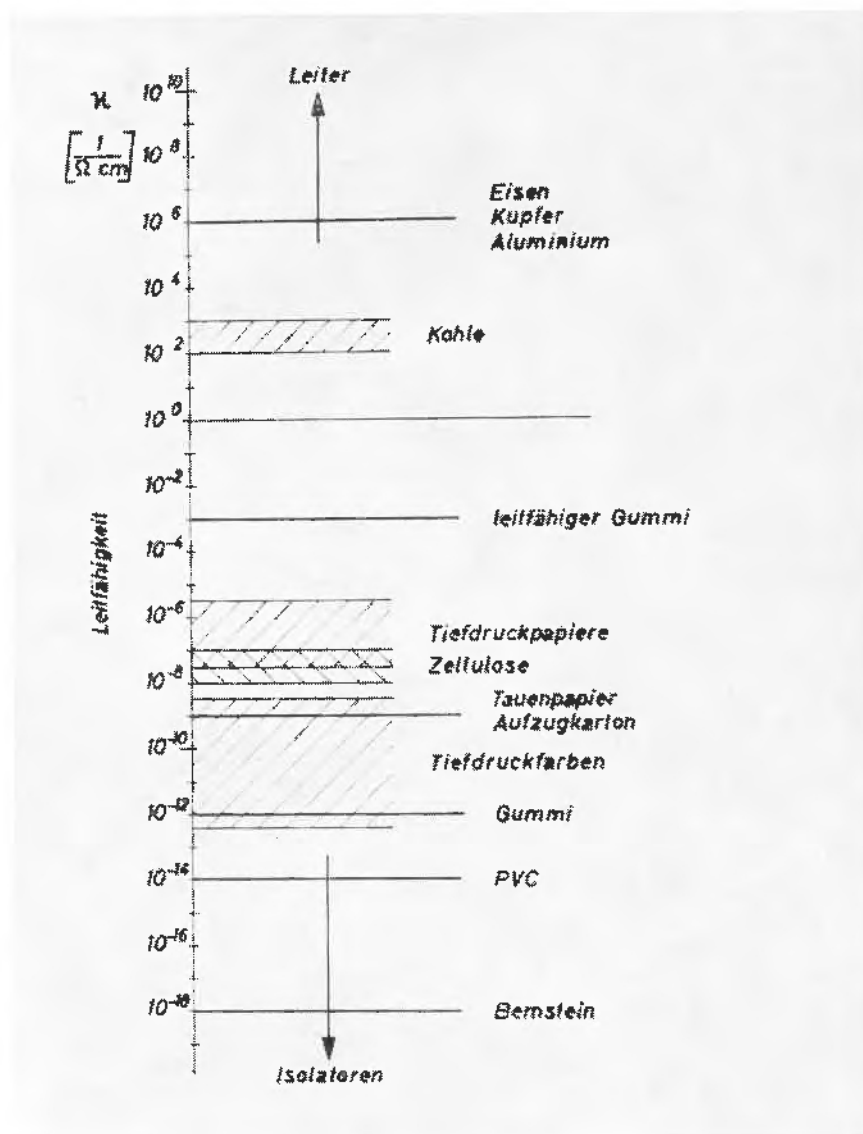


Bild 9 Spezifische Leitfähigkeit von verschiedenen in der graphischen Industrie verwendeten Materialien.

elektrostatische Aufladungen in Grenzen zu halten. Eine vollkommene Elimination der elektrostatischen Aufladung dürfte wegen des Einflusses des

variablen Farbflächenanteils auch in späterer Zeit nicht möglich sein.

